

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 541.126.2

ИНИЦИИРОВАНИЕ ВЗРЫВА ПО ПОВЕРХНОСТИ ЗАРЯДА

А. П. Байков, А. Е. Войтенко, А. М. Искольдский,
Ю. Е. Нестерихин
(Новосибирск)

Задача одновременного возбуждения детонации по линии или по поверхности может решаться различными методами [1]. Для возбуждения детонации вдоль линии можно использовать металлическую проволоку, взрывающуюся при прохождении сильного электрического тока [2]. В работах Н. А. Фота [3] и авторов [4] кратко сообщалось об иницировании заряда по плоскости при электрическом взрыве фольги.

Схема проведенных экспериментов представлена на рис. 1. Для взрыва фольги 3 применялась конденсаторная батарея *C* емкостью 30 мкФ при напряжении 35 кВт, кон-

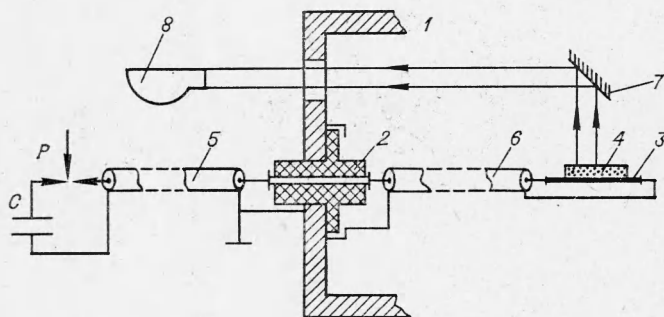


Рис. 1. Схема эксперимента.

1 — взрывная камера; 2 — высоковольтный электрический ввод; 3 — фольга; 4 — гексоген; 5 — кабели ФКП (волновое сопротивление 10 Ом); 6 — кабели РК-75-9-12; 7 — зеркало; 8 — фоторегистратор СФР-2 М; *C* — конденсаторная батарея; *P* — разрядник.

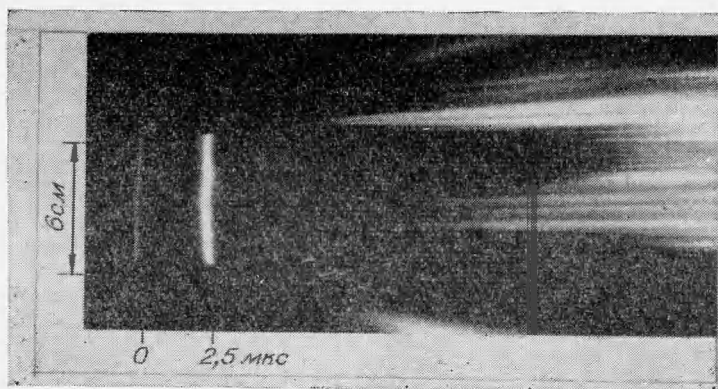


Рис. 2. Фотохронограмма выхода детонационной волны на поверхность заряда.

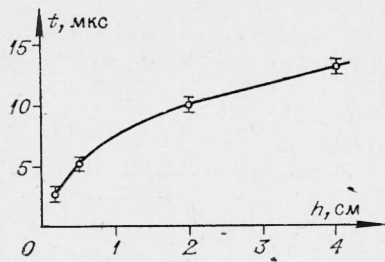


Рис. 3. Зависимость времени выхода детонационной волны на поверхность заряда от толщины заряда.

достигающая для толстых зарядов 7 мкс. Это связано с тем, что скорость фронта волны на расстоянии до ~ 20 мм от фольги заметно меньше скорости стационарной волны детонации гексогена (рис. 3). С увеличением расстояния от фольги скорость фронта постепенно возрастает. На расстояниях, превышающих 20 мм, скорость равна 6,6 км/с, что соответствует нормальной скорости детонации гексогена.

Во всех экспериментах порошок гексогена детонировал стабильно. Разброс времени выхода светящегося фронта на свободную поверхность тонких зарядов не превышал 0,5 мкс, при нестабильности электрического взрыва фольги 0,1 мкс [4]. Для толстых зарядов на снимках заметны искажения фронта детонационной волны, обусловленные наличием свободных поверхностей и краевыми эффектами. На рис. 4, а дана хронограмма, соответствующая «ступенчатому» заряду (рис. 4, б). Изучение структуры фронта и характера движения волны детонации в этих условиях представляет несомненный интерес.

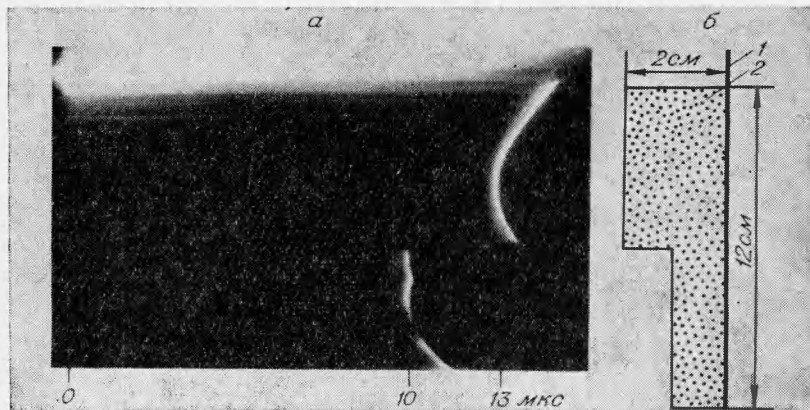


Рис. 4. Фотохронограмма выхода детонационной волны (а) на поверхность «ступенчатого» заряда (б).

1 — электрически взрывающаяся фольга; 2 — гексоген.

Геометрические размеры взрывающейся фольги и параметры электрического разрядного контура выбраны в соответствии с приведенными в [4] оценками. В частности, удельная энергия, вводимая в фольгу при электрическом взрыве, превышает энергосодержание взрывчатого вещества: в фольгу вводится энергия около 7 кДж/г (максимальная плотность тока в фольге больше 10^7 А/см²).

Описанный метод инициирования может применяться для возбуждения детонации не только по плоской поверхности заряда. Синхронное инициирование произвольной цилиндрической поверхности (с нулевой кривизной в одном из направлений) практически не отличается от рассмотренного случая. Для поверхностей произвольной формы необходимо добиваться равномерной плотности тока в фольге путем рационального выбора точек подсоединения токоведущих шин, разрезов в фольге и изменения ее толщины.

Авторы благодарят А. А. Дерibasа и А. Н. Дремина за ценные замечания и обсуждение работы, В. И. Мали, В. А. Белаго, А. М. Ставера, В. С. Захарова за помощь в проведении экспериментов.

Поступила в редакцию
30/VIII 1972

ЛИТЕРАТУРА

1. Р. Шалль. Физика быстротекущих процессов. Т. 2. М., «Мир», 1971.
2. J. H. Blackburn, R. J. Reithel. Exploding Wires, vol. 3, N. Y., Plenum, Press, 1964.
3. Н. А. Фот. Проблемы прочности, 1970, 11, 111.
4. А. П. Байков, В. А. Белаго и др. ФГВ, 1973, 9, 2.
5. А. П. Байков, А. М. Искольдский и др. ПТЭ, 1970, 6.
6. А. Е. Войтенко, А. Д. Демчук, Б. И. Куликов. ПТЭ, 1970, 1, 250.

УДК 662.58

ПРЕДЕЛ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЧАСТИЦЫ В СМЕСИ ДВУХ ОКИСЛИТЕЛЕЙ

Г. К. Ежовский, Е. С. Озеров, А. А. Юринов
(Ленинград)

Если скорость гетерогенного окисления металла не зависит от массы образованного окисла, то уравнение для скорости окисления имеет вид

$$k_s = k_0 e^{-E/RT} \rho_0^\nu n_{\text{ок}_0}^\nu = k^* n_{\text{ок}_0}^\nu, \quad (1)$$

где ρ_0 и $n_{\text{ок}_0}$ — плотность газа и относительная массовая концентрация окислителя у поверхности металла; ν — порядок реакции; T — температура поверхности металла. Скорость окисления зависит от рода окислителя и, например, для магния и бериллия [1, 2] эта скорость в водяном паре больше, чем в кислороде. Предполагается, что различие в скоростях окисления металла этими двумя окислителями связано со свойствами образуемого окисла, (возможно, прилегающего к поверхности металла подслоя окисла, толщина которого весьма мала и остается постоянной во времени [1, 2]). В соответствии с этим можно заключить, что поверхность, покрытая гидроокисью (в результате окисления металла водяным паром), обладает более высокой реакционной способностью (например, большей проводимостью или меньшей толщиной подслоя окисла), чем поверхность, покрытая окисью металла. Это означает, что в выражении для скорости окисления (1) множитель k^* при окислении металла водяным паром больше, чем при окислении кислородом.

Предполагается, что при одновременном воздействии двух окислителей металл покрывается окислами двух типов, занимающими перемежающиеся микроучастки поверхности. На микроучастках каждого из окислов реагирование идет с обоими окислителями, причем на любом (одном) микроучастке для них значение множителя k^* в уравнении скорости реакции (1) принимается одинаковым.

В описываемой модели на части поверхности окисел одного типа замещает окисел второго типа (только в слое, примыкающем к поверхности металла), в то время как на другой части поверхности происходит обратная замена. При этом доли поверхности частицы, занятые окислом каждого из двух типов, считаются постоянными во времени и предполагается, что они пропорциональны массовым долям соответствующих окислителей от общей массы окислителя в среде (индекс «с»)

$$\sigma_1 = \frac{\bar{n}_{1c}}{n_{1c} + n_{2c}}; \quad \sigma_2 = 1 - \sigma_1.$$

Здесь n_{1c} , n_{2c} — относительные массовые концентрации окислителей в среде.

В принятых предположениях уравнение для суммарной скорости окисления (по массе расходуемого окислителя) примет вид:

$$k_s = k_1^* \sigma_1 (n_{10}^{\nu_1} + n_{20}^{\nu_2}) + k_2^* \sigma_2 (n_{10}^{\nu_1} + n_{20}^{\nu_2}), \quad (2)$$

где n_{10} , n_{20} — содержание соответствующих окислителей у поверхности частицы. В уравнении теплового баланса сферической частицы металла пренебрегаем влиянием стефановского потока, но учитываем потери тепла излучением и расход тепла на испарение металла [3]:

$$\frac{1}{6} \delta c_m \rho_m \frac{dT}{d\tau} = k_1^* \sigma_1 (n_{10}^{\nu_1} q_1 + n_{20}^{\nu_2} q_2) + k_2^* \sigma_2 (n_{10}^{\nu_1} q_1 + n_{20}^{\nu_2} q_2) - \left[\frac{\text{Nu} \lambda}{\delta} (T - T_c) + \frac{\text{Nu} \lambda}{c_p \delta} n_{\text{ок}_0} l + \frac{\epsilon \sigma^*}{10^8} (T^4 - T^{*4}) \right]. \quad (3)$$